

PHR プラットフォームにおける情報取得精度の向上

吉高淳夫^{†1} 中条忍^{†2} 加藤洋^{†3}

健康情報の有効な活用を目的とした PHR システムの研究開発が進んでいる。石川県内では河北郡内灘町民を対象とした PHR サービスが既に開始されているが、紙媒体で配布される健康診断結果などのデータの移行は一般的な PC 環境で Web ブラウザを立ち上げ、フォームに 1 つ 1 つ手作業で入力する方式であり、データ移行にかかるユーザの負荷は無視できない。そこで我々はカメラモジュールを備えたタブレット型 PC の利用を前提とし、健康診断結果などの紙媒体に印字されたデータを撮影し、それに OCR 処理を施すことで電子化する機能を備えたプラットフォームシステムを提案した。先に提案したデータ移行処理においては、OCR エンジンを用いる画像に対して健康診断表などに出現する文字集合からなる辞書（ホワイトリスト）を適用することにより、認識精度を向上させた。しかしながら、健康診断結果表などのような出現文字や単語が紙面の位置によってある程度決まっているものに対しては、文字認識辞書をさらに細かく領域ごとに定義し、それを動的に切り替えることにより一層の認識精度向上を図ることが期待できる。本稿では PHR フロントエンドシステムにおける OCR ベースのデータ移行処理に対して、認識辞書の動的切り替えにより文字認識精度を向上させる手法について述べる。

1. はじめに

情報の電子化は様々な分野で一般化しているが、医療・健康情報に関する分野もその例外ではない。患者のカルテ情報や医療費の会計情報、処方箋などはもとより、健康診断結果に関する情報は医療機関、検査機関内では多くの場合電子化されている。しかしながら、医療機関、検査機関間の情報電子化による共有、あるいは医療機関、検査機関と患者、受診者との間の情報の電子化は遅れている。

しかし、近年では病院の電子カルテやレセプト、健康診断などの情報を複数の医療機関、検査機関で共有し、個人の医療、健康情報を一貫して管理することを意図した情報基盤である EHR (Electric Health Record) [1] システムの必要性が認識され、研究開発が進んでいる。医療機関や検査機関などの機関間での情報共有を主たる目標として議論されている EHR に加え、健康診断結果、投薬情報などの健康情報を本人の主體的な働きかけにより管理することに主眼が置かれている PHR (Personal Health Record) システムに関しても、近年研究開発が盛んになっている[2-6]。PHR システムでは健康情報をユーザ自らが管理することが想定され、健康診断結果、投薬履歴、予防接種履歴、日常的なバイタルデータ（血圧、脈拍など）を利用者が入力し、日々の健康維持・管理や健康増進のための指標とすることが期待されている。PHR システムで管理される情報は基本的には利用者が自らの健康管理のために活用することを想定しているが、緊急時には必要に応じて家族や医師と情報を共有することも容易にする。それにより、迅速かつ的確な対応を取るのが容易になることが期待される。

社会の高齢化に伴い、個人が自ら健康管理を行う必要性

が高まっているが、PHR システム／サービスが普及すれば、通常紙媒体により個人に伝達されていた健康情報の散逸を防ぎ、過去の情報も含め長期的な情報を一元的、効率的に管理することが可能となる。その結果、成人病や慢性疾患の予防に向けた対応がよりの確に行えるものと期待される。

日本においては、政府が進める「どこでも My 病院」構想に前後してこれらの研究開発が盛んになり、PHR システムが遠隔地での健康管理・健康相談において検討、導入されている。EHR あるいは PHR の普及を左右する要件の一つにデータ標準の確立がある。しかし、現状では HL7 CDA[7]を始めとしたデータ標準化の動きがあるものの、その確立やそれに基づいた電子データ交換基盤の普及にはなお時間を要すると考えられる。現状では PHR システムの管理対象となる健康データの大部分は健康診断結果表を例として、紙媒体に印字された形態でユーザ（受診者などがこれにあたる）に配布されているため、それを何らかの方法で電子データ化し、PHR システムに登録する必要がある。PHR システムの運用性の如何は健康データの紙媒体データから電子データへの移行性に依存するといえる。

著者らはこれまでにカメラ付きタブレット端末の使用を前提とした PHR フロントエンドシステムの研究開発を進めている[8][9]。提案システムにおけるデータ移行機能は、タブレット端末内蔵のカメラで健康診断表などの印字された健康情報を撮影し、その画像に対して OCR 処理を施すことによって健康情報の電子化と PHR サーバへの移行を容易にしている。タブレット端末を両手で把持した状態での印字データの撮影を想定しているため、イメージスキャナによる印字データの画像化ならびに OCR 処理と比較して画像条件が理想的ではないことが多く、1 文字あたりのピクセル数（解像度）が十分でなく、照明条件、撮影時の把持状況によっては取得画像にボケが含まれる場合がある。OCR 処理における文字認識精度は PHR フロントエンドシステムの主要機能の一つであるデータ移行機能のユーザビリティを左右する要因であるため、その精度を十分に高め

^{†1} 北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科/ライフスタイルデザイン研究センター

School of Information Science, JAIST

^{†2} goowa 株式会社
goowa inc.

^{†3} 一般社団法人 ライフ・ケア・オン・デマンド
LIFE-Care On Demand

る必要がある。本稿では、データ移行時の文字認識精度を向上させる手法について述べる。提案手法は既に実装済みの撮影支援機構に関するメタ情報定義を拡張するものであるため、的確な文字認識辞書の動的切り替えとそれによる文字認識精度の向上が期待できる。

2. PHR システム

(1) Lico PHR システム

北陸地域の自治体が導入を進めている PHR サービスの一例として、ライフケアオンデマンド事業が挙げられる [10]。石川県河北郡内灘町では、平成 21 年度に総務省の地域情報通信技術活用推進交付金を受けて、個人がさまざまな健康情報を随時蓄積、管理することができる、ライフ・ケア・オン・デマンド事業を実施している。町民向けの Web ベースの PHR サービスである「けんこうバンク Lico」が提供されており、個人による健康情報データの蓄積、活用が健康管理への意欲を高めると同時に、自己の身体、体調の変化を継続的に「見える化」できるため、疾病予防に役立てられている。利用者の多くは 50 代から 60 代である。

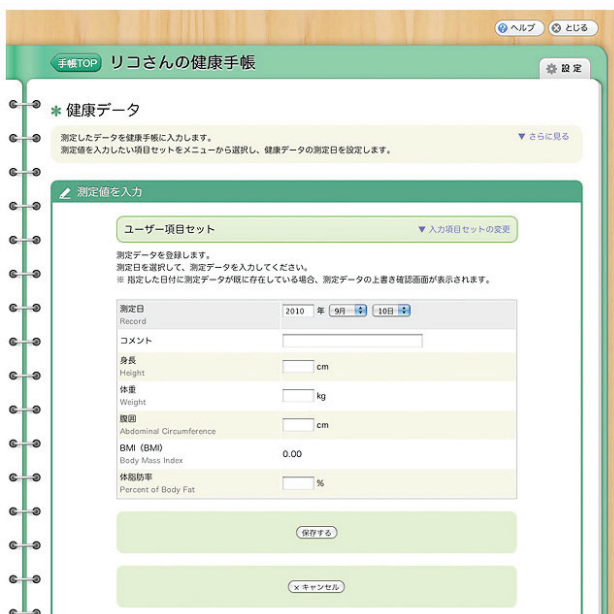


図 1 Lico における検査値入力画面

「けんこうバンク Lico」におけるデータ移行インタフェースを図 1 に示す。html ベースのデータ入力インタフェースとしては標準的なフォームベースのデータ移行インタフェースが提供されている。上記サービス提供の結果、利用者からは健康データ投入の煩雑さ、言い換えれば、数値等の手作業入力における操作の難しさや煩わしさ、入力データの確認における煩雑さに関する意見を多く受けた。健康診断を例にとると、その実施主体により特定健診と事業者健診の 2 種類に分けられ、検査項目数に多少の違いがある

ものの、およそ 40 の検査項目がある。健診結果をフォームベースのユーザインタフェースにより手作業でデータを移行するという事はこれら全ての検査値や語句を入力することを意味し、入力後の検査値等の確認作業も考慮すると、その負荷は無視できない。

(2) PHR フロントエンドシステムにおけるデータ移行

Lico PHR システムにおけるデータ入力インタフェースで指摘された問題を解決し、さらにシステム全般にわたるユーザインタフェースのユーザビリティを改善するために、著者らはカメラ付きタブレット端末の使用を前提とした PHR フロントエンドシステムを開発している。図 2 にデータ移行の際の印字データ撮影操作の例を示す。図 3 に示す画面に先立ち、データ移行の対象とする健診表の発行機関を選択する。その後図 2 に示すような発行機関の表のフォーマットに合わせた撮影ガイド枠が表示される（図中の白線の長方形）。ユーザは身体計測、尿検査、循環器検査の検査結果が印字されている領域に白線で表示された撮影ガイド枠の位置を合わせることで、必要な領域を適切に撮影することができる。ガイド枠で指示された領域を撮影した後は、次に撮影すべき領域を示すガイド枠が表示される。



図 2 データ移行時の操作

以降同様に撮影ガイド枠に示された検査項目の位置に実際の表を画面上で重ね合わせ、撮影ボタンを押下することで必要な領域を適切な解像度でもれなく（あるいは重複なく）撮影することを容易にしている。

このようにして撮影した画像に対して OCR 処理を実行し、紙媒体に印字されたデータを電子化する。OCR エンジンには Tesseract OCR を使用した。Tesseract OCR では、英語認識用辞書による文字認識の際には“-l eng”，日本語認識用辞書による文字認識の際には“-l jpn”というオプションの設定により標準的な辞書を切り替えることができる。

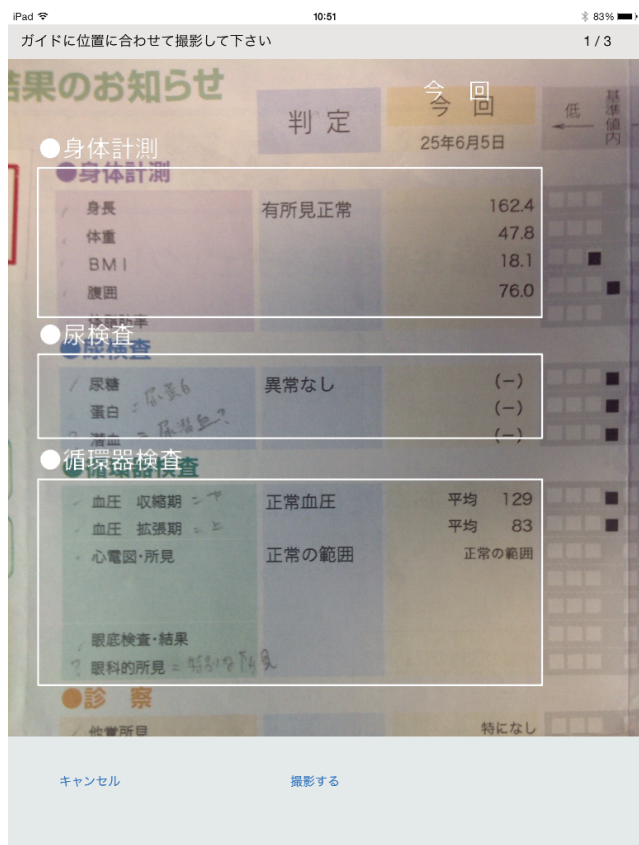


図3 撮影時のガイド表示画面

さらに、ドキュメント中に出現する文字が限定的である場合は、ホワイトリスト（出現し得る文字のリスト）を定義することにより、出現しないことが明らかな文字への誤認識の可能性を排除することができる。

これまでに著者らは、項目名（「身長」、「体重」など）の認識に対しては項目名として出現し得る文字のリストからなるホワイトリストを用意し、一方数値領域に対しては0～9の数字並びに小数点等からなるホワイトリストを定義した文字認識処理を実装した。その結果、標準辞書を使用した場合と比較すると、項目名領域の認識精度は52%から79%に、数値領域の認識精度は82%から91%に向上した。

3. 適応的辞書切り替えによる文字認識処理

(1) 撮影ガイド枠と辞書の定義

撮影ガイド枠に沿った印字データの撮影は、印字データを一定の解像度で撮影させることやカメラの光学系の光軸が撮影対象の紙面に垂直になることを促し、幾何学的変形による認識精度の低下を抑制する効果がある。しかし、イメージスキャナを使用し、十分な解像度で印字データを画像化する場合と比較すると、画像条件を同等に確保することは困難であるため、認識精度が低下する原因となっている。言い換えれば文字認識精度と機器構成の如何も含めたユーザビリティはある種のトレードオフの関係にあるとい

え、データ移行操作に関するユーザビリティを損なわずに文字認識精度をより向上させられることが望ましい。

本研究では、よりきめの細かい文字認識辞書の最適化並びに認識文字列の補正処理を行うことで文字認識精度の向上を目指す。以前の実装では、検査項目名の印字位置にあたる撮影画像の左寄りの領域をまとめて項目名領域として扱い、項目名として出現し得る全ての文字をホワイトリストとしてOCR処理を実行していた。また、撮影画像の右寄りの領域を検査値領域として、検査結果として出現し得る数字、記号、語句を構成する文字からなるホワイトリストを用意し、OCR処理を実行した。上記ホワイトリストを用いたOCR処理を実行する場合、健康診断結果表等に出現しない文字への誤認識を抑制することができるが、ある項目名の領域には出現し得ないが検査項目名の全体集合には含まれる文字への誤認識が生じる可能性が残る。同様に検査値の表記として数値のみ、記号のみ、あるいは語句と数値の併記による表示の場合などのパターンがあり、それは検査項目に依存するが、それらをすべて含むホワイトリストでは検査項目名の認識と同様な問題が生じ得る。

よりきめの細かいホワイトリストの定義並びにその動的な切り替え、ならびに単語／数値単位の認識誤り補正を実現するために、フォーム構造DBを導入し、それを撮影ガイド枠の定義に関連付ける。図4は撮影ガイド枠の定義とフォーム構造DBとの関係を図示したものである。ある検査機関の発行する健康診断表（フォームAとする）は複数の撮影ガイド枠の集合から成り立ち、それぞれの枠ごとに枠内部分領域が定義される。たとえば「身体計測」印字領域の左側の部分領域がOCR領域1と定義され、タブレットでこのガイド枠に沿った表の撮影がなされた場合、上記領域のOCR処理実行の際はそれに関連付けられた単語・数値辞書1がホワイトリストとして適用される。同様に「身体計測」印字領域の右側の部分領域はOCR領域2と定義され、この領域内の撮影画像のOCR処理を実行する際は単語・数値辞書2がホワイトリストとして適用される。

このように、「身体計測」、「尿検査」などの分類項目に対

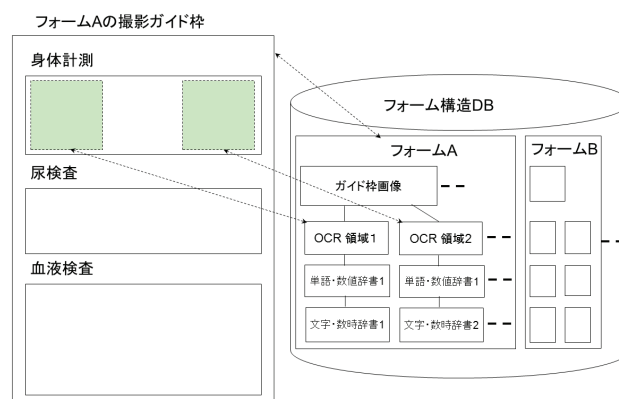


図4 撮影ガイド枠の定義と辞書定義

応する撮影ガイド枠の定義に関連付けてホワイトリストの定義を細分化し、領域ごとに辞書（ホワイトリスト）を動的に切り替えることにより、誤認識率をさらに低下させる。なお、分類項目内の検査項目は検査機関ごとのフォーマットによって表示順序が異なることはあっても検査項目は同一であるので、あるフォームにて定義した単語・数値辞書は他の機関用の同一分類項目に対する辞書定義として共有が可能である。

(2) 単語単位の誤り補正

上記手法により OCR 処理を行った後、文字単位の認識結果に含まれ得る認識誤りに対して、単語・数値辞書を参照して意味レベルの誤りを訂正する。図5にフォーム構造DBの例を示す。この例の場合、身体計測の検査値表示領域に対応する撮影ガイド枠に関連付けられて、{身長、体重、腹囲}という単語、数値辞書が定義されている。文字・数値辞書を適用して OCR 処理を実行した結果得られた文字列に対して、文字・数値辞書内の各単語とのレーベンシュタイン距離を求め、それが最小のものに結果を補正する。数値データに対しては各検査項目の標準値の上限並びに下限を外れる場合は標準範囲外として色を変えて表示する。ただし、検査項目によっては上限、下限値に明確な値がない（個人の健康状況によって値が大きく異なるもの）もあるため、そのような場合は上限、下限範囲は定義せず、ユーザによる確認操作に委ねる。

フォームID: FormA-1 補助枠画像: frameA-1.gif 項目領域位置情報A-1-1: (10,10)(10,50)(100,50)(100,10) 単語・数値辞書A-1-1: {身長、体重、腹囲} 文字・数値辞書A-1-1: {身、長、体、重、腹、囲} 項目領域位置情報A-1-2: (200,10)(200,50)(250,50)(250,10) 単語・数値辞書A-1-2: {50~250, 5.0~150, 40~200} 文字・数値辞書A-1-2: {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, . . . } ⋮

図5 フォーム構造DB定義の例

4. 同期スクロールによる照合インタフェース

検査値の表示が数値である場合、文字・数値辞書（ホワイトリスト）の構成要素は0~9の数字と小数点等となり、数値以外の文字への誤認識は生じないが、印字の状況（鮮明さ、かすれの有無など）や使用フォントによっては形状の類似した他の数字に誤認識される可能性がある。そのため現状では文字認識結果が正しいか否かの確認プロセスが必須であり、確認作業におけるユーザの負荷を低減させるインタフェースデザインが望ましいと考えられる。

提案プラットフォームシステムでは印字データ撮影、OCR処理後に認識結果を画面上で確認するインタフェースを用意している。けんこうバンク Lico における入力データの確

認は、Web ブラウザの画面上に表示されたデータと健康診断表の紙面との間の突合せにより行っていた。この方式では画面上のデータと紙面の該当箇所との間の視線移動が大きい。そのため、両者間の位置対応付けに対する認知負荷が大きくなり、それがユーザの負担となっていると考えられる。それに対して本プラットフォームシステムでは紙面と認識結果との対応付けにより照合作業を行うのではなく、画面上に表示される紙面を撮影した画像データと認識結果を照合する。すなわちタブレット端末の画面上に撮影画像とその認識結果を対応する位置を合わせたうえで上下（図7）、あるいは左右（図6）に配置し、視線移動に伴う負荷や両者間の対応付けに関する認知負荷を低減させる。



図6 認識結果照合画面の例（水平配置）



図7 認識結果照合画面の例（水平配置）

5. おわりに

医療機関、検査機関内での情報の電子化の普及と比較して、PHR システムのユーザである受診者等には今でも紙媒体を主とした健康情報の配布がなされている。このような現状を鑑み、紙媒体データの PHR システムへの移行性を高める現実的な解決法の 1 つとして、撮影ならびに OCR 処理によるデータ移行インタフェースを備えた PHR フロントエンドシステムの研究開発を進めている。提案している PHR フロントエンドシステムはカメラ付きタブレット端末の使用を想定し、タブレット端末を把持した状態で画面上に表示された撮影補助枠に沿うようにして健康診断表を撮影することでその情報を電子化し、PHR サーバへ登録する。タブレットを把持した状態での撮影や照明環境によっては必ずしも理想的な状態の印字情報の画像取得ができるとは限らないため、OCR 処理における認識辞書から生起しない文字をできる限り排除し、単語単位の補正処理を施すことにより、認識精度の向上を目指している。

健康診断表などの紙媒体データ撮影時の撮影ガイド枠の定義に連携させて OCR 辞書（ホワイトリスト）を定義する方式を採用することにより、文字認識対象領域ごとに認識対象文字を限定した適切なホワイトリストに切り替える OCR 処理が可能となる。「身体計測」などの各分類に属する測定項目はほぼ一定であるため、ある発行機関のフォーム用に定義したホワイトリストを他の発行機関のフォーム用のホワイトリストへと活用可能である。

今後の課題としては、提案手法の効果の検証、数値データ認識誤り検出のための補助表示情報（検査値が標準値より高め/低めであることを示すグラフィカルな印字など）との連携による精度向上などが挙げられる。

謝辞 本研究は総務省の戦略的情報通信研究開発推進制度(SCOPE)・地域 ICT 振興型研究開発によるものである。ここに記して謝意を表す。また、北陸先端科学技術大学院大学産学官連携総合推進センターの中田氏をはじめ goowa 株式会社、ならびに一般社団法人ライフ・ケア・オン・デマンドの関係諸氏に謝意を表す。

参考文献

- 1) M. Tsiknakis, D. Katehakis, S.C. Orphanoudakis, "A health information infrastructure enabling secure access to the life-long multimedia electronic health record," CARS 2004 - Computer Assisted Radiology and Surgery, Proceedings of the 18th International Congress and Exhibition, Volume 1268, pp. 289-294 (2004).
- 2) Dean F. Sittig, "Personal health records on the internet: a snapshot of the pioneers at the end of the 20th Century", International Journal of Medical Informatics, Vol. 65, Issue 1, pp. 1-6 (2002).
- 3) J. S. Kahn, V. Aulakh and A. Bosworth, "What It Takes: Characteristics of The Ideal Personal Health Record," Health Affairs, 28, no.2, pp. 369-376 (2009).
- 4) S. R. Reti, H. J. Feldman, S. E. Ross, et al., "Improving personal health

- records for patient-centered care, "Journal American Medical Informatics Association, Vol. 17, pp. 192-195 (2010).
- 5) Gorp, P.V., Comuzzi, M., Fialho, A., Kaymak, U., "Addressing Health Information Privacy with a novel Cloud-Based PHR System Architecture," Proc. IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics pp. 1841-1846 (2012)
- 6) Kahn, J. S., Aulakh, V., Bosworth, A.: What It Takes: Characteristics Of The Ideal Personal Health Record. Health Affairs, Vol. 28, No. 2, pp. 369-376 (2009).
- 7) R. H. Dolin, L. Alschuler, et al., "The HL7 Clinical Document Architecture," Journal American Medical Informatics Association, Vol. 8, pp. 552-569 (2001).
- 8) Atsuo Yoshitaka, Shinobu Chujyou, and Hiroshi Kato, "Analysis and Design of Personal Health Record Management System," Proc. International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems, pp. 800-805, (2013).
- 9) Atsuo Yoshitaka, Shinobu Chujyou, and Hiroshi Kato, "Front End System for Personal Health Record with Data Migration Facility from Printed Information, " Proc. 9th International Conference on Knowledge, Information, and Creativity Support System, (2014).
- 10) <https://www.l-cod.com/>